مطالعه بارشهای شمال غرب ایران با تأکید بر تحلیل خوشه‌ای

دکتر بهروز ساری صراف
استادیار جغرافیا دانشگاه تبریز

حسن ذوالفقاری
عضو هیات علمی دانشگاه رازی کرمانشاه

چکیده

در این مطالعه داده‌های میانگین بارش ماهانه برای شمال غرب ایران شامل استانهای اردبیل، آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی در طول مدت ۳۳ سال (۱۹۶۰ تا ۱۹۹۲) مورد استفاده قرار گرفته است. ایستگاههای مورد بررسی در دو حوضه آبریز ارس و دریاچه ارومیه پراکنده هستند. فلات آذربایجان ازنظر ارتفاع یکنواخت نبوده و وجود ارتفاعات منفرد مثل سهند و سبلان و رشته ارتفاعات طالش در کنار دشتهای وسیع از یکسو و تاثیر سیستمهای سینوپتیکی مختلف در طول سال از سوی دیگر بر ویژگیهای بارش این منطقه تاثیر می‌گذارد. ایستگاههای حوضه ارس در مجموع نسبت به ایستگاههای حوضه دریاچه ارومیه ارتفاع بیشتری دارند و به همین دلیل نیز، ضریب تغییرپذیری و انحراف معیار بالاتری دارند.

الگوی بررسی مقادیر استاندارد بارشهای ماهانه در هر دو حوضه حکایت از انطباق مقادیر استاندارد مثبت بالا بر ایستگاههای سرعین و مهاباد و مقادیر استاندارد منفی

پایین بر ایستگاههای مشیران و بستان آباد دارد. الگوی خوشه بندی و داده‌های بارش ماهانه نیز نشانگر وجود آنومالی شدید در منطقه می‌باشد؛ بطوری که حداقل پنج منطقه بارش همگن در منطقه شمال غرب قابل شناسایی است.

مقدمه

با توجه به وجود سیستم پرفشار سیبری و توده آبهای دریای خزر در شرق و وجود مراکز فشار اقیانوس اطلس و دریای مدیترانه در غرب منطقه، و همچنین با توجه به اطلاعات حاصله از نقشه‌های سینوپتیکی، منشاء رطوبت بارندگی منطقه در فصول مختلف سال به تناسب شدت فعالیت هر کدام از سیستمهای مورد اشاره متفاوت ومتنوع می‌باشد (علیجانی، ۱۳۷۴) بعبارتی دیگر، رژیمهای بارش در بخشهای شرقی وغربی منطقه همگون نمی‌باشد .عوامل جغرافیایی نیز می‌تواند این تنوع و تفاوت را بیشتر نماید. وجود ارتفاعات تالش با جهت شمالی - جنوبی در شرق منطقه و ارتفاعات غربی دریاچه ارومیه و همچنین قلل مرتفع و منفردی چون سبلان و سهند از عواملی هستند که سبب ایجاد تنوع مکانی بارش در مناطق مختلف آذربایجان گردیده است.

پیشینه موضوع

بررسی منابع مطالعاتی موجود، نشان می دهد که در اکثر موارد، آذربایجان در تمامیت خود، یک ناحیه بارشی محسوب گردیده است و در برخی نیز به سبب همگونی ارتفاع آذربایجان با منطقه زاگرس اصلی، این دو منطقه بصورت یک ناحیه بارشی واحد تعیین گردیده است. درکتاب آب و هوای ایران (علیجانی، ۱۳۷۴) بر اساس روش سینوپتیکی و تاثیر توپوگرافی، ۶ ناحیه بارش مشخص شده است که آذربایجان بطورکلی به همراه زاگرس یک ناحیه بارش را تشکیل داده است. در زمینه منشاء بارشهای ایران نیز تحقیقی با عنوان " منابع رطوبت بارندگی " (علیجانی،۱۳۷۴) گرفته است که بر اساس یافته‌های تحقیق، منبع اصلی رطوبت در

دامنه‌های شمالی البرز، دریای خزر، نواحی جنوبی ایران، دریای عمان و خلیج فارس و بقیه نواحی ایران از جمله آذربایجان، دریای مدیترانه می‌باشد. بنا بر نتایج این تحقیق و تعدادی تحقیقات پراکنده دیگر که کم و بیش با موضوع ارتباط دارند، آذربایجان را بطور کلی دارای نظام بارشی واحدی فرض نموده‌اند چرا که اکثر این تحقیقات بر این فرض استوار بوده‌اند که منشاء بارندگی در این منطقه بطور کلی دریای مدیترانه می‌باشد و بر همین اساس نیز تاثیر عوامل دیگر از جمله تاثیر دریای خزر، عوامل توپوگرافی محلی و تغییرات سینوپتیکی توده‌های هوا مورد توجه قرار نگرفته است.

در تحقیقی با عنوان "مطالعه اقلیم شمال غرب ایران" (خطیبی، ۱۳۷۴) مسیرهای اصلی و فرعی توده هواهایی که از طرف شرق و غرب آذربایجان را متاثر می‌سازند بطور مشروح بیان گردیده و تصریح شده است که، توده هواهایی که از شرق مدیترانه وارد آذربایجان می‌شوند بارندگی قابل ملاحظه‌ای را سبب می‌شوند و توده هواهای شمال شرقی نیز که تداوم آنها در فصل زمستان زیاد می‌باشد، موجب ریزش برف در نواحی شرقی آذربایجان می‌گردد.

در پایان نامه دکتری تحت عنوان " رژیم بارش ماهانه در حوضه‌های ارس و ارومیه " (ساری صراف، ۱۳۷۷) با استفاده از روش تحلیل عاملی، تفاوتهای مکانی و زمانی بارش و عوامل موثر بر این تفاوتها مورد مطالعه قرارگرفته است. یافته‌های تحقیق وجود نواحی متعدد بارشی در منطقه آذربایجان را به ثبوت می‌رساند.

مسأله اساسی تحقیق حاضر بطور کلی بررسی این موضوع می‌باشد که آیا روش چند متغیره تحلیل خوشه‌ای که یکی از مناسبترین روشهای ناحیه بندی آب و هوایی به شمار می‌رود، موضوع فوق را تأیید می‌کند و یا نه؟ و اینکه آیا نتایج به دست آمده، مشابه روشهای پیشین است یا اینکه تقسیم بندی جدیدی ارائه می‌دهد؟

مواد و روشها

داده‌های متوسط بارش ماهانه برای ۲۴ ایستگاه به مدت ۳۳ سال

(۱۹۹۲-۱۹۶۱) در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به تقسیم منطقه مورد مطالعه به دو منطقه حوضه ارس و حوضه دریاچه ارومیه، ۱۲ ایستگاه در محدوده حوضه ارس و ۱۲ ایستگاه در محدوده حوضه دریاچه ارومیه واقع شده است.

برای اطمینان از همگن بودن داده‌ها از روش جرم مضاعف (علیزاده و همکاران،۱۳۷۴) استفاده شده است. در این رابطه، تمامی داده‌های ایستگاهها مورد آزمون همگنی قرارگرفته‌اند. در مواردی که ایستگاههای فرعی دارای نواقص آماری بوده است، با رعایت تجانس وضع توپوگرافی، به وسیله داده‌های ایستگاههای اصلی تکمیل گردیده است. تبدیل مقادیر بارش خام به نمرات استاندارد (نمرات z)، ارائه الگوهای ناحیه بندی بر مبنای نمرات استاندارد و ارائه تحلیل خوشه‌ای، تماماً با استفاده از روشهای موجود در نرم‌افزار SPSS انجام گرفته است.

بررسی وضعیت ارتفاعی منطقه

نظر به اهمیت عامل توپوگرافی در تغییرات وتنوع مکانی بارش در سطح منطقه مورد مطالعه، شناخت موقعیت ارتفاعی فلات آذربایجان ضروری به نظر می‌رسد.

منطقه آذربایجان از نظر ارتفاع یکنواخت نیست. وجود ارتفاعات سهند و سبلان و سلسله مرتفعاتی مثل رشته بز غوش، قوشه داغ، ارتفاعات فره داغ، کیامکی داغ، میشو و مورو از یک طرف و دشتهای مسطحی مثل دشت سراب، دشت تبریز، دشت مغان از طرف دیگر، باعث شده است که منطقه آذربایجان از تعارض ارتفاعی قابل توجهی برخوردار گردد که همین عامل در میزان بارش تأثیر مهمی بر جای می‌گذارد. در نقشه شماره ۱ پراکندگی ایستگاهها ارائه شده است. بر اساس ارتفاع ایستگاههای مورد مطالعه، می‌توان طبقه بندی زیر را انجام داد:

۱- ایستگاههایی که ارتفاع آنها از سطح دریاهای آزاد کمتر از ۵۰۰ متر می‌باشد. نظیر پارس‌آباد با ۴۴ متر و بوران قنبرلو با ۲۴۰ متر

۲- ایستگاههایی که ارتفاع آنها از سطح دریا بین ۵۰۰ و ۱۰۰۰ متر می‌باشد.

مثل قره‌آغاج با ۷۰۰ متر، جلفا با ۷۰۴ متر، مشیران با ۶۵۳ متر و قطورچای با ۹۵۰متر

۳- ایستگاههایی که ارتفاع آنهااز سطح دریا بین ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ متر می‌باشد. نظیر اهر با ۱۳۵۷ متر، بندر شرفخانه با ۱۳۸۵ متر، میاندوآب با ۱۳۱۴ متر، خوی با ۱۱۴۴ متر، ارومیه با ۱۳۱۲ متر و تبریز با ۱۳۴۹ متر

۴- ایستگاههایی که ارتفاع آنها از سطح دریا بیش از ۱۵۰۰ متر می‌باشد مثل سرعین با ۱۷۵۰ متر، سراب با ۱۶۵۱ متر، ماکو با۱۶۳۴ متر و لیقوان با ۲۱۰۰ متر

بررسی توپوگرافی و نقش آن در توزیع بارش آذربایجان نشان می‌دهد که جهت‌گیری ارتفاعات در هدایت و انتقال سیستمهای سینوپتیک، نقش مؤثری ایفا می‌کند به عنوان مثال، ایستگاه سراب و بطورکلی چاله واقع در بین ارتفاعات سهند و سبلان، به دلیل موقعیت پناهگاهی، کمترین میزان بارش را به خود اختصاص می‌دهد. کلیه سیستمهایی که از جهات مختلف به منطقه وارد می‌شوند، به دلیل موانع کوهستانی امکان نفوذ به این قسمت را پیدا نمی‌کنند. به همین دلیل درکلیه فصول سال در این قسمت از منطقه، قطب کم بارش تشکیل می‌شود.(خطیبی،۱۳۷۴)

بحث و نتایج

جهت مطالعه بارش، میزان همبستگی بین متغیرهای بارش سالانه، فصلی، ارتفاع و عرض جغرافیایی برای هر حوضه بطور جداگانه محاسبه گردید. با مقایسه جدول شماره ۱ و ۲، همبستگی بین ارتفاعات و بارش سالانه در بین ایستگاههای حوضه دریاچه ارومیه فقط به میزان ۰/۰۰۰۳ می‌باشد این همبستگی در بین ایستگاههای حوضه ارس ۰/۰۶ می باشد که نسبت به حوضه دریاچه ارمیه از درصد بالایی برخوردار است. مقایسه همبستگی بین دو حوضه بدان معنی است که توپوگرافی در حوضه ارس نسبت به حوضه دریاچه ارومیه متجانس‌تر بوده و بارندگی آن نیز بیشتر از حوضه دریاچه ارومیه، از عامل توپوگرافی تأثیرپذیرفته است. هر چند که میزان همبستگی مذکور یعنی (۰/۰۶) چندان قابل توجه نیست

ولی عمدتاً این مفهوم را روشن می‌کند که بارندگی حوضه دریاچه ارومیه علل دیگری داشته و ارتفاع در ریزش نزولات جوی اهمیت کمتری دارد.

جدول ۱

ضریب همبستگی پراکندگی مکانی بارش حوضه دریاچه ارومیه در دوره ۳۳ ساله (۱۹۹۲ - ۱۹۶۰)

	ارتفاع	عرض جغرافیایی	بارش سالانه	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	ماه مرطوب	ماه خشک
بارش سالانه	0.0003	0.21	—	0.7	0.1	0.72	0.61	0.01	0.001
بهار	0.48	0.01	0.7	—	0.02	0.26	0.16	0.011	0.08
تابستان	0.28	0.41	0.1	0.02	—	0.36	0.46	0.05	0.14
پاییز	0.04	0.3	0.72	0.25	0.36	—	0.55	0.01	0.04
زمستان	0.07	0.57	0.61	0.16	0.46	0.55	—	0.31	0.3
ماه مرطوب	0.0002	0.38	0.01	0.011	0.05	0.01	0.31	—	0.001
ماه خشک	0.5	0.01	0.001	0.08	0.14	0.04	0.3	0.001	—

جدول ۲

ضریب همبستگی پراکندگی مکانی بارش حوضه ارس در دوره ۳۳ ساله (۱۹۹۲ - ۱۹۶۰)

	ارتفاع	عرض جغرافیایی	بارش سالانه	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	ماه مرطوب	ماه خشک
بارش سالانه	0.06	0.004	—	0.78	0.94	0.92	0.66	0.43	0.002
بهار	0.12	0.03	0.78	—	0.77	0.62	0.74	0.6	0.03
تابستان	0.03	0.0001	0.94	0.77	—	0.84	0.65	0.48	0.001
پاییز	0.07	0.02	0.92	0.62	0.84	—	0.68	0.53	0.0002
زمستان	0.12	0.02	0.66	0.74	0.65	0.68	—	0.89	0.04
ماه مرطوب	0.04	0.002	0.53	0.6	0.48	0.53	0.89	—	0.04
ماه خشک	0.0004	0.11	0.002	0.03	0.001	0.002	0.04	0.04	—

با توجه به همبستگی بین بارش و عرض جغرافیایی، به راحتی می‌توان دریافت که ایستگاههای حوضه دریاچه ارومیه که غالباً عرض جغرافیایی پایینتری نسبت به ایستگاههای حوضه ارس دارند، هماهنگی بیشتری نسبت به عرض جغرافیایی نشان می‌دهند. ضریب همبستگی بین عرض جغرافیایی و بارش سالانه در حوضه دریاچه ارومیه ۰/۲۱، عرض جغرافیایی و بارش زمستان ۰/۵۷ و بارش تابستان ۰/۴۱ می‌باشد. حال آنکه ضریب همبستگی موارد در حوضه ارس به ترتیب ۰/۰۰۴، ۰/۰۲ و ۰/۰۰۰ می‌باشد.

ایستگاههای واقع در حوضه دریاچه ارومیه هماهنگی کمتری در ارتباط بارش سالانه با بارش فصول چهارگانه نشان می‌دهد در صورتی که میزان همبستگی بین این عناصر در حوضه ارس بسیار بالاتر است. هماهنگی بارش سالانه با بارش تابستانه و پاییزه در حوضه ارس به ترتیب ۰/۹۴ و ۰/۹۲ بوده در حالی که، میزان همبستگی موارد فوق در حوضه ارومیه ۰/۱ و ۰/۷۲ می‌باشد.

در جدول شماره ۳، ویژگیهای مکانی متغیرهای مورد مطالعه در حوضه دریاچه ارومیه و در جدول شماره ۴ویژگیهای مکانی متغیرها در حوضه ارس ارائه شده است. بر اساس این دو جدول، می‌توان تشخیص داد که ایستگاههای واقع در حوضه دریاچه ارومیه مرتفعتر از ایستگاههای واقع در حوضه ارس می‌باشد. به همین دلیل، ضریب تغییر پذیری ارتفاع در حوضه دریاچه ارومیه کمتر از حوضه ارس بوده و انحراف معیار داده‌های ارتفاعی حوضه دریاچه ارومیه نیز در سطح پایینی می‌باشد. میزان بارش حوضه ارومیه عموماً بیشتر از حوضه ارس است ولی به دلیل آمارهای ناقص ایستگاههای جنوبی حوضه ارومیه، از ارائه داده‌های این ایستگاهها صرفنظر شده است و به همین علت، میانگین بارش سالانه حوضه ارس بیشتر از میانگین بارش سالانه حوضه ارومیه می‌نمایاند. (۳۲۴ میلیمتر در حوضه ارس در مقابل ۳۰۶/۳ میلیمتر در حوضه ارومیه)

جدول ۳

ویژگیهای مکانی متغیرهای بارش در حوضه ارومیه ۱۹۹۳-۱۹۶۰

متغیر	میانگین	ضریب تغییرپذیری	کمترین	بالاترین	انحراف معیار
ارتفاع	1485.40	15.83	1300.0	2100.00	235.17
بارش سالانه	306.30	12.88	262.10	394.40	39.46
بارش ماه مرطوب	157.11	72.63	139.00	375.50	114.11
بارش ماه کم باران	2.03	75.37	0.50	6.00	1.53
بارش فصل بهار	112.15	13.59	89060	138.70	15.25
بارش فصل تابستان	15.90	33.30	7.90	22.90	5.30
بارش فصل پاییز	82.60	15.00	70.10	110.03	12.39
بارش فصل زمستان	95.60	20.60	66.40	141.90	19.70

ضریب تغییرپذیری بارش سالانه در حوضه دریاچه ارومیه کمتر از ایستگاههای واقع در حوضه ارس بوده وانحراف معیار داده‌های بارش نیز به همین ترتیب می‌باشد. بیشترین میزان بارش در حوضه دریاچه ارومیه ۳۹۴/۴ میلیمتر و مربوط به بارش ایستگاه میاندوآب و بالاترین میزان بارش در حوضه ارس ۵۱۳ میلیمتر و مربوط به ایستگاه سرعین است. کمترین میزان بارش در حوضه ارس متعلق به ایستگاه مشیران با ۲۲۱میلیمتر بارش سالانه و در حوضه ارومیه متعلق به ایستگاه بندر شرفخانه با ۲۶۲ میلیمتر می‌باشد.

موضوع قابل توجه در مورد ایستگاه مشیران این است که ایستگاه مذکور که کم بارانترین ایستگاه در حوضه ارس و ارومیه به شمار می‌رود، در مجاورت یکی از پربارانترین ایستگاهها یعنی ایستگاه قره آغاج قراردارد. ایستگاه قره آغاج با میانگین بارش سالانه ۴۵۴ میلیمتر بعد از ایستگاه سرعین در رتبه دوم بارندگی در بین ایستگاههای دو حوضه قرار دارد. با بررسی مجدد آمار بارندگی ایستگاه مشیران و یا مطالعه منابع تحقیقی در این زمینه (رضایی، بنفشه ۱۳۶۴، اطلس منابع آب ایران ۶۹) صحت آمار تهیه شده، تأیید گردید و به نظر می‌رسد وجود این منطقه کم باران در منطقه‌ای نسبتاً پرباران می‌تواند ناشی از شرایط میکروکلیمایی و وضعیت محلی

فشار هوا باشد. ایستگاه مشیران و قره آغاج از نظر ارتفاعی اختلاف قابل ملاحظه‌ای ندارند.

از نظر فصلی، در هر دو حوضه بیشترین میزان بارندگی مربوط به فصل بهار بوده و پس از آن فصل زمستان است که بیشترین مقدار بارش را دریافت می‌دارد. بیشترین مقدار تغییر پذیری در هر دو حوضه به ترتیب به بارش ماه کم باران وبارش ماه مرطوب است. (تغییرپذیری بارش ماه کم باران وماه مرطوب در حوضه ارومیه به ترتیب عبارت است از ۷۵/۳ و ۷۲/۶ درصد، در صورتی که تغییر پذیری موارد فوق در حوضه ارس ۷۸/۱ و ۵۸/۱ درصد می‌باشد.

جـدول ٤

ویژگیهای مکانی متغیرهای بارش در حوضه ارس ۱۹۹۲-۱۹۶۰

متغییر	میانگین	ضریب تغییرپذیری	کمترین	بالاترین	انحراف معیار
ارتفاع	985.90	53.01	44.00	150.00	522.70
بارش سالانه	324.70	26.02	221.80	513.00	84.50
بارش ماه مرطوب	158.90	58.13	123.50	358.70	92.37
بارش ماه کم باران	1.42	78.17	0.20	3.50	1.11
بارش فصل بهار	121.40	21.09	87.20	162.10	25.60
بارش فصل تابستان	24.68	27.15	14.80	37.40	6.70
بارش فصل پاییز	83.10	30.32	57.60	146.70	25.20
بارش فصل زمستان	95.46	33.97	59.60	167.20	32.43

بر اساس محاسبات مقادیر z بارش سالانه در جداول شماره ۵ و شماره ۶، نقشه شماره ۲ تنظیم شده است. با عنایت به منحنی‌ها مشخص می‌گردد که بیشترین میزان مقادیر z در حوضه ارس، ایستگاه سرعین با ۲/۳۷ + و در حوضه ارومیه ایستگاه مهاباد با ۲/۲۲ + می‌باشد و کمترین میزان متغیر z نیز در حوضه ارس ایستگاه مشیران با ۱/۱۴ - و در حوضه ارومیه ایستگاه بستان آباد با ۱/۲۱ - می‌باشد نکته قابل ذکر در تطبیق متغیرهای z بارش سالانه با نقشه جغرافیایی

حوضه‌های ارس و ارومیه، این است که در غالب موارد مقادیر عددی بزرگ با علامت مثبت در قلل و یا خط الراس کوهها ظاهر گشته و مقادیر عددی بزرگ با علامت منفی در دشتهای وسیع و کم ارتفاع خود را نشان داده‌اند. ایستگاه سرعین در دامنه کوه سبلان با شاخص استاندارد ۲/۳+ و ایستگاه سراب و بستان آباد با کمتر از ۱-، می‌توانند مثالهایی برای موارد فوق باشند.

جـــدول ۵

مقادیر z بارش سالانه و فصلی حوضه دریاچه ارومیه

نام ایستگاه	عرض جغرافیایی	ارتفاع	مقادیر بارش سالانه	z	مقادیر بارش فصل بهار	z	مقادیر بارش فصل تابستان	z	مقادیر بارش فصل پاییز	z	مقادیر بارش فصل زمستان	z	مقادیر بارش ماه مرطوب	z	مقادیر بارش ماه خشک	z
تبریز	3808	1340	3003	-016	108.4	-026	174	029	8018	-020	943	-007	2098	008	11	064
ارومیه	3737	1312	3302	087	1187	045	98	-120	073	124	1132	093	1546	098	05	105
آجی چای	3807	1400	2685	100	999	-085	174	029	768	-49	740	-111	139	124	05	105
بستان آباد	375	1720	2943	-032	1062	-041	229	137	774	-44	877	-042	2338	031	22	011
لیلوان	375	2100	3064	000	1222	069	211	102	744	-069	886	-038	2143	-001	6	2.1
مهاباد	3646	1500	3944	233	1317	134	106	104	11003	232	1119	245	2758	100	16	030
نرقله	3724	1419	3355	077	1224	070	93	-130	076	127	106	055	160	-089	3	066
میاندوآب	3658	1314	2732	-088	896	-154	76	-157	736	-076	1024	036	3765	264	1	-0.1
لکو	3755	1500	3016	-012	1100	-009	163	018	838	010	001	029	2102	002	11	064
سلماس	3811	1350	3367	080	1387	182	222	124	747	060	1006	027	2355	034	26	039
سراب	3755	1651	2639	-133	10702	-035	2004	081	701	-105	664	-155	1847	-049	18	-016
بندرشرفشاه	3815	1285	2621	-117	901	-151	154	-010	740	-065	815	-075	1821	-053	3	066
						Std	37.78	14.60		5.09		11.86		18.86		61.05	1.46
						Avg	306.32	112.15		15.90		82.57		95.60		214.61	2.03

جـــدول ۶

مقادیر z بارش سالانه و فصلی حوضه ارس

نام ایستگاه	عرض جغرافیایی	ارتفاع	مقادیر بارش سالانه	z	مقادیر بارش فصل بهار	z	مقادیر بارش تابستان	z	مقادیر بارش فصل پاییز	z	مقادیر بارش زمستان	z	مقادیر بارش ماه مرطوب	z	مقادیر بارش ماه خشک	z
خوی	38.32	1144	321.2	0.06	131.7	0.42	25.7	0.16	76.1	-0.29	87.3	0.26	146.3	0.87	0.2	115
ارمصل	38.15	1350	330.2	0.17	119.8	-0.07	27	0.36	95.4	0.51	88.1	0.24	158.9	0.69	3.5	1.95
نقر	38.29	1157	317.2	0.01	129.1	0.31	23.1	-0.24	83.4	0.01	80.9	0.47	164	0.62	0.7	6.8
بوران	39.21	240	297.4	-0.23	110.3	-0.45	24	-0.10	80	-0.13	83.8	0.38	205	0.05	1.1	0.31
قره‌آغاج	39.02	700	454.2	1.66	173.05	2.10	36.7	1087	108	1.04	135.8	1.30	320.7	1.54	1.7	0.26
قطورچای	38.51	950	248.4	-0.82	104.8	-0.68	18.1	-1.02	57.6	-1.06	67.8	0.89	173	0.50	0.6	0.78
جلفا	38.56	704	253.6	-0.76	95.8	-1.04	22.5	-0.34	64.1	-0.79	71	-0.79	123.5	1.18	2	0.54
ماکو	39.18	1634	267.3	-0.59	105.98	-0.67	20.3	-0.68	65.7	-0.72	76.2	0.62	185.4	0.33	3.3	1.76
سردشت	38.26	1305	251.4	-0.78	129.9	0.35	20.6	-0.63	69.3	-0.57	1316	1.16	293	1.16	0.5	0.87
مشیران	38.42	654	221.8	-1.14	87.2	-1.39	14.8	-1.53	60.1	-0.95	59.6	1.15	154.4	0.75	2	0.54
پارس آباد	36.39	11	320.9	0.0	106.14	-0.54	25.9	0.19	90.4	0.30	9n.2	0.02	224.4	0.21	0.3	1.06
سرعین	38.15	1750	513	2.37	162.2	.66	37.4	1.97	146.7	2.64	1 6 2	2.31	358.7	2.07	1.2	0.21
					Std		82.86		24.55		6.45		2409		31.05		72.35		1.06
					Avg		316.38		121.41		24.68		83.07		95.46		208.94		1.43

تحلیل خوشه‌ای مقادیر استاندارد بارشهای شمال غرب ایران

همانطوری که به عنوان پیش فرض تحقیق اظهار گردید، منطقه وسیع آذربایجان نمی‌تواند دارای یک نظام بارشی واحدی باشد زیرا اختلاف در عوامل توپوگرافی، سیستمهای سینوپتیکی، توده آبهای مجاور از جمله دریای خزر که این منطقه را بسیار متعارض و ناهمگون ساخته است، بر نظام بارشی آن تأثیر گذاشته و باعث اختلافات اساسی در توزیع مکانی و زمانی بارش شده است. از آنجاکه آب و هوا ماهیتاً یک پدیده چند متغیره است بنابراین، استفاده از روشهای کاملتر و جامعتر جهت ناحیه بندی این پدیده امری ضروری به شمار می‌رود. به همین دلیل، روشهای آماری چند متغیره از جمله ، تحلیل خوشه‌ای، کاربرد وسیعی در طبقه بندی و ناحیه بندیهای آب و هوایی پیدا کرده است و شاید هیچ روشی به اندازه تحلیل خوشه‌ای، آب و هواشناسان را مجذوب خود نساخته است زیرا این روش آماری چند متغیره، کارایی و توان بسیار بالایی در ناحیه بندی و تحلیلهای فضایی پیچیده دارد. (Criffith and Amrhein ,1997)

جهت انجام این تحلیل، مقادیر z ارتفاع بارش سالانه، بارش فصول چهارگانه، بارش فصل خشک و مرطوب، انتخاب شده‌اند و چون تعداد روشهای تحلیل خوشه‌ای و معیارهای تعیین فاصله (مشابهت * و عدم مشابهت **) در نرم‌افزار spss زیاد است، بایستی با بررسیهای متعدد و مقایسه نتایج روشهای مختلف، مناسبترین روش و معیار فاصله انتخاب گردد. بررسی منابع موجود نشان می‌دهد که روشهای طبقاتی *** تحلیل خوشه‌ای نسبت به روشهای غیر طبقاتی ****، کاربردبیشتری دارندو همینطور از بین روشهای مختلف طبقاتی روش ادغام بر حسب متوسط گروه ***** و روش وارد ******، بیشتر از بقیه روشها مورد توجه و استفاده آب و

---

*Similarity

**Disimilarity

***Hierarchical

****Non Hiercahical

*****Average Linkage

******Ward

هواشناسان قرار گرفته است. (Gong and Richman) در این مطالعه نیز پس از بررسی تعدادی از روشهای تحلیل خوشه‌ای موجود در نرم‌افزار Spss، روش ادغام بر حسب متوسط گروه و معیار مجذور فاصله اقلیدسی *، بهتر از بقیه روشها تشخیص داده شد. نمودار شماره ۲، دندروگرام حاصل از روش ادغام برحسب متوسط گروه (بین گروهی) را نشان می‌دهد جدول ۷ نیز راه حل ۵ خوشه‌ای روش ادغام بر حسب متوسط گروه را نشان می‌دهد. نقشه شماره ۳، نواحی بارشی منطقه آذربایجان را بر حسب روش فوق نشان می‌دهد.

با توجه به نقشه شماره ۳، حداقل ۵ ناحیه بارش در آذربایجان قابل تشخیص است. این ۵ ناحیه بر مبنای راه حل ۵ خوشه‌ای روش ادغام بر حسب متوسط گروه، به دست آمده است که با توجه به تطبیق بهتر راه حل ۵ خوشه‌ای روش متوسط گروه، انتخاب شده است. مقایسه نقشه شماره ۲ (نقشه مقادیر z بارش سالانه) با نقشه شماره ۳ (نقشه نواحی بارش) نشان می‌دهد که منطقه وسیع آذربایجان در درون خود دارای نواحی بارش متعددی است. بطوری‌که فرض تحقیق یعنی وجود نواحی بارش متعدد در منطقه به ثبوت می‌رسد. نقشه شماره ۲ و نقشه شماره ۳، در بعضی مناطق ناهماهنگی‌هایی را نیزنشان می‌دهد که عمدتاً ناشی از تعداد متغیرهای مورد استفاده در ترسیم دو نقشه می‌باشد، زیرا در نقشه شماره ۲ فقط از یک متغیر (مقادیر z بارش سالانه) استفاده شده است در حالی‌که در نقشه شماره ۳ از تعداد بیشتری متغیر بهره‌گرفته شده است. علی رغم وجود مواردی از ناهماهنگیها که بیان گردید، در بیشتر موارد بین دو نقشه هماهنگی وجود دارد. به عنوان مثال، ناحیه ۱ در نقشه شماره ۳ که بخش وسیعی از شمال شرق، غرب و مرکز نقشه را پوشش می‌دهد، و ایستگاههای سرعین، قره آغاج، پارس آباد، تبریز، اسکو، خوی و سلماس را شامل می‌شود، در نقشه شماره ۲ این منطقه عموماً با مقادیر بالای z مثبت مشخص شده‌اند.

*Squard Evclidian

نتیجه

با ملاحضه نقشه‌ها و جداول تهیه شده می‌توان نکات زیر را نتیجه گرفت:

۱- با استفاده به نقشه پراکندگی مکانی بارش حوضه ارس و ارومیه که بر اساس نمرات استاندارد، ترسیم گشته است، می‌توان اظهار نمود که منطقه وسیعی از آذربایجان در حد فاصله متغیر استاندارد ۱- تا ۱ + قرار دارد و این فاصله محدوده بارش کم و یا نیمه خشک را نشان می‌دهد. متغیر استاندارد بالاتر از ۲ نشاندهنده مناطق با بارش زیاد و متغیر استاندارد ۱- و کمتر از آن نشاندهنده مناطق با بارش کم تا خ لی خشک می‌باشد. بر این اساس مرتفعات سبلان که ایستگاه سرعین در آن قرار دارد، ایستگاه قره آغاج و ایستگاه مهاباد و شهرهای جنوبی دریاچه ارومیه، مرطوب تا خیلی مرطوب می‌باشد. بقیه مناطق هر دو حوضه، نیمه مرطوب تا خشک می‌باشد.

۲- با توجه به نقشه نواحی بارشی (نقشه شماره ۳) و نمودارهای شماره ۲ و ۳ اساس فرضیه تحقیق به ثبوت می‌رسد چرا که بیان گردید در منطقه آذربایجان، نواحی بارشی متعددی می‌تواند وجود داشته باشد و منطقه وسیع آذربایجان را بطور اعم نمی‌توان دارای تنها یک نظام بارشی دانست بلکه در مکانهای مختلف عوامل گوناگون، بر بارش آذربایجان تأثیر می‌گذارد انواع سیستم‌های مختلف جوی با جهات متفاوت، ارتفاع بسیار متعارض و متفاوت حوضه‌ها، وجود توده‌های آب (دریای خزر و دریاچه ارومیه) از جمله عواملی می‌باشند که در ایجاد نواحی مختلف بارشی در آذربایجان موثرند.

جدول شماره ۷:

خوشه بندی ایستگاهها بر مبنای راه حل ۵ خوشه‌ای

* * * * * * H I E R A R C H I C A L C L U S T E R A N A L Y S I S * * * * * *

Cluster Membership of Cases using Average Linkage (Between Groups)

Number of Clusters

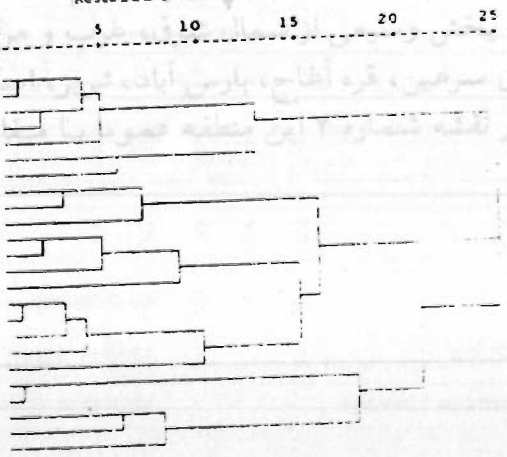
Label	Case	5
Tabriz	1	1
Urmieh	2	2
Aji-chay	3	3
Bostanabad	4	3
Ligvan	5	4
Mahabad	6	2
Maragheh	7	4
Miandoab	8	5
Oskoo	9	1
salmas	10	1
sarab	11	3
sharafkhan	12	4
khoy	13	1
Ardabil	14	4
Ahar	15	1
Booran	16	1
Gharaghaj	17	1
Ghotoorcha	18	5
Jolfa	19	4
Makoo	20	4
Marand	21	5
Moshiran	22	4
Parsabad	23	1
Sarein	24	1

* * * * * * H I E R A R C H I C A L C L U S T E R A N A L Y S I S * * * * * *

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)

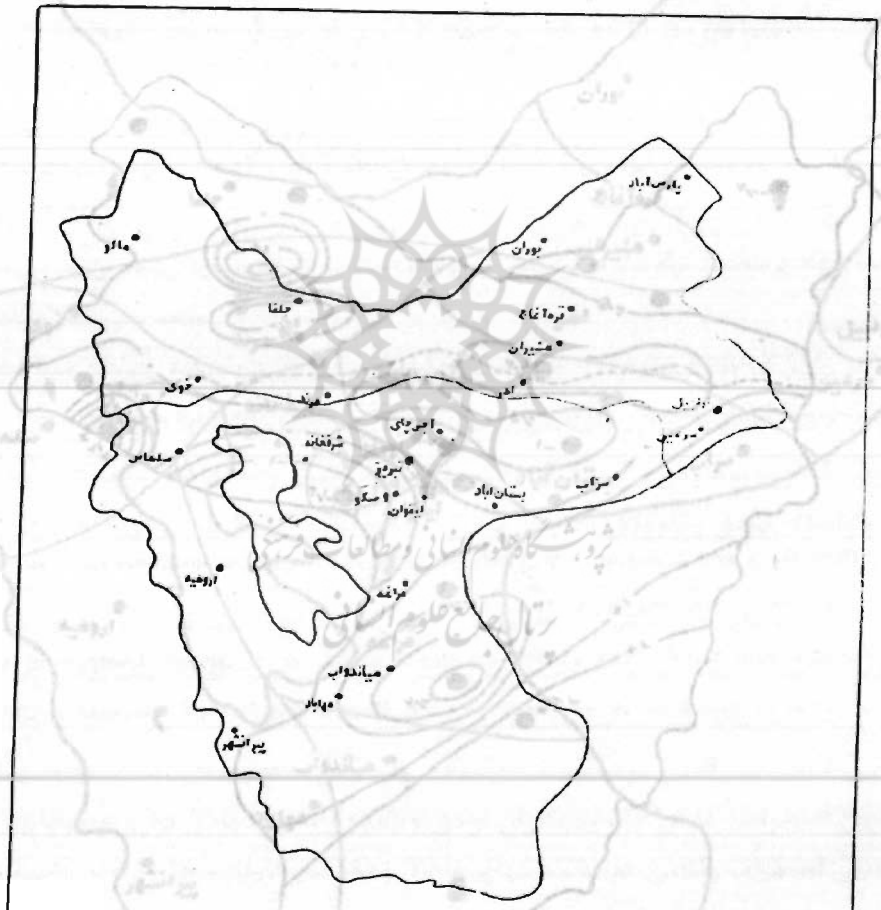
Rescaled Distance Cluster Combine

CASE Label	Num
Makoo	20
Moshiran	22
sharafkhan	12
Jolfa	19
Ligvan	5
Maragheh	7
Ardabil	14
Bostanabad	4
sarab	11
Aji-chay	3
khoy	13
Ahar	15
Gharaghaj	17
salmas	10
Parsabad	23
Sarein	24
Oskoo	9
Tabriz	1
Booran	16
Urmieh	2
Mahabad	6
Miandoab	8
Marand	21
Ghotoorcha	18



نقشه شماره ۱

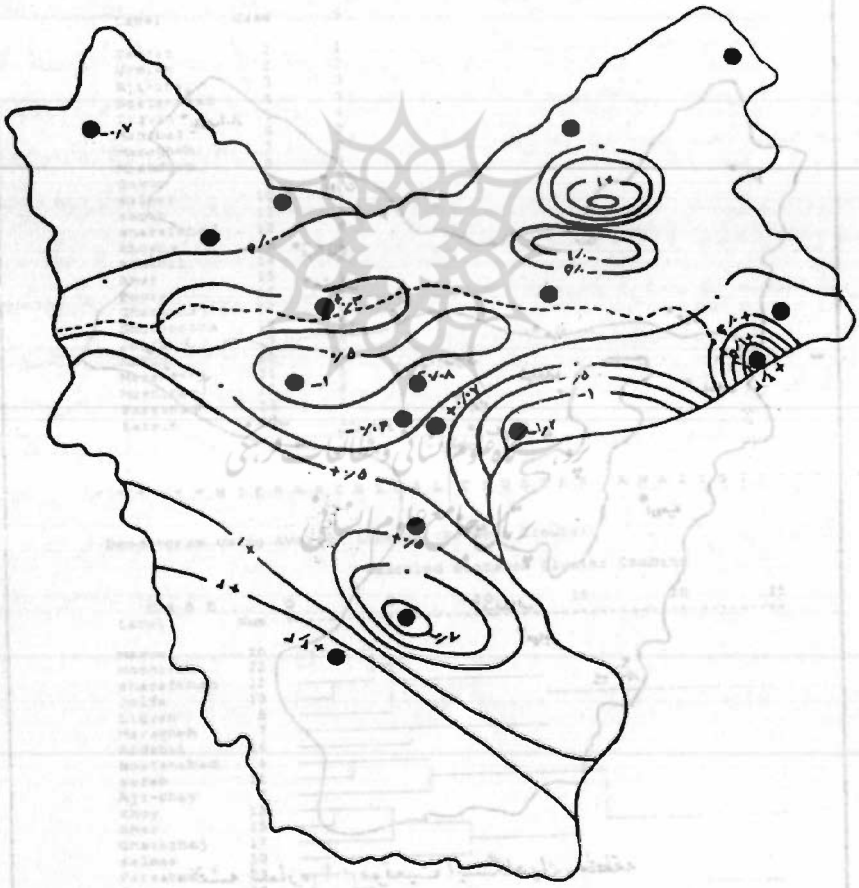
موقعیت ایستگاههای منطقه



نقشه شماره ۱ : موقعیت ایستگاههای منطقه

نقشه شماره ۲

مقادیر بارش سالانه منطقه



نقشه شماره ۲ : مقادیر بارش سالانه منطقه

نقشه شماره ۲

نواحی بارشی منطقه شمال غرب ایران بر اساس روش ادغام بر حسب گروه

منابع و یاداشتها

۱- بیاتی خطیبی، مریم: مطالعه اقلیم شمال غربی ایران بر اساس تحلیلهای سینوپتیکی، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تبریز، ۱۳۷۴

۲- رضایی بنفشه، مجید : هیدرولوژی و ژئومورفولوژی کمی حوضه آبریز قره سو، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس: ۱۳۶۶

۳- ساری صراف، بهروز: بررسی رژیم بارش در حوضه ارس و دریاچه ارومیه و محاسبه ضریب جریان، پایان نامه دکتری دانشگاه تبریز، ۱۳۷۷

۴- علیجانی، بهلول : منابع رطوبت بارندگی ایران، نشریه دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تربیت معلم تهران ۱۳۷۴ و نیز علیجانی، بهلول : آب و هوای ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور، ۱۳۷۴

۵- علیجانی، بهلول : نقش کوههای البرز در تنوع مکانی بارش، نشریه دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تربیت معلم، ۱۳۷۰

۶- علیزاده، امین : اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد، ۱۳۶۷

۷- علیزاده، امین - موسوی، فرهاد - کمالی، غلامعلی - موسوی بایگی، محمد : هوا و اقلیم‌شناسی، انتشارات دانشگاه فردوسی، ۱۳۷۴

۸- وزارت نیرو : واحد آب مدیریت منابع آب ایران، اطلس منابع آب ایران، ۱۳۶۹

9- Griffith, D. A. and C.G.Amrhein (1997) Multivariate Statistical Analysis for Geographers, Prentic - Hall, Inc, USA.

10- Gong,X and M.B,Richman(1995) On the Application of Cluster Analysis to Growing Season Precipitation in North America. East of the Rockies, Joumal of Climate(8).